

①日本国特許庁(JP)

①特許出願公開

②公開特許公報 (A)

昭54—132710

③Int. Cl.²
H 02 P 8/00
G 04 C 3/00

識別記号 ④日本分類
55 C 2
109 B 0

庁内整理番号 ⑤公開 昭和54年(1979)10月16日
7927—5H
6740—2F

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑥電子時計用パルスモーター

入間市野田1562番地

⑦特 願 昭53—40681

⑦発 明 者 山田健次

⑧出 願 昭53(1978)4月6日

小金井市中町1—9—19

⑨発 明 者 中島章夫

⑧出 願 人 シチズン時計株式会社

東京都豊島区雑司ヶ谷2—10—
3

東京都新宿区西新宿二丁目1番
1号

同

町田任康

⑨代 理 人 弁理士 金山敏彦

明 細 書

1. 発明の名称

電子時計用パルスモーター

2. 特許請求の範囲

永久磁石回転子、固定子、磁芯、駆動コイルからなり少なくとも2相の駆動パルスによつて駆動される電子時計用パルスモーターに於て、前記駆動コイルに、同相の駆動パルスが少なくとも2回づつ印加される如く構成したことを特徴とする電子時計用パルスモーター。

3. 発明の詳細な説明

電子時計用電気機械変換機としては1ステップの回転角が(360°/磁極数)で定方向に回転するパルスモーターが実用化されている。しかるに例えば2極パルスモーターは1ステップの回転角が180°と大きいため、かなりの運動エネルギーを回転子に与えねばならず、回転角速度も高速となるので回転にともなう流体損失、固体損失も大きくなり、したがつて多大の入力が必要であり、低消費電力駆動が困難であつた。

本発明は上記欠点のない低消費電力で動作する電子時計用パルスモーターを提供するものである。

本発明は永久磁石回転子、固定子、磁芯、駆動コイルからなり少なくとも2相の駆動パルスによつて駆動される電子時計用パルスモーターに於て、該駆動コイルには同相の駆動パルスが少なくとも2回づつ印加されることを特徴とする電子時計用パルスモーターを提供するものである。

本発明は1ステップの回転角が(360°/磁極数)以下であるパルスモーターを提供するものである。

本発明はまた永久磁石回転子、固定子、磁芯、駆動コイルからなるパルスモーターに於て、該固定子の内周形状を磁極中心と回転子軸を通る直線に対してほぼ対称としたことを特徴とする電子時計用パルスモーターを提供するものである。

以下実施例について説明する。

第1図は、従来の時計用パルスモーターの一実施例で、101は2極の磁極を有する磁石よりなる回転子、102、103は磁性材よりなる固定

子、104は駆動コイルであり、固定子は各々△、○だけ非対称にして磁気抵抗最小点を静止安定点105、106としている。

駆動コイル104の駆動コイル端子a、bに印加される一定パルス巾の交互駆動パルス(第8図参照)により励磁され、1ステップ180°づつ定方向へ回転する。ここで回転子が半回転するに必要な運動エネルギーを求めてみる。

回転子が回転にともなつて固定子より受ける力 $T_1(\theta)$ (保持力)は、回転方向に働く場合を正として

$$T_1(\theta) = -T_0 \sin 2\theta \quad (1)$$

となり回転子の得るポテンシャルエネルギー $V_1(\theta)$ は

$$V_1(\theta) = - \int_0^\theta T_1(\xi) d\xi = \frac{T_0}{2} (1 - \cos 2\theta) \quad (2)$$

で表わされ、第10図の如くなる。すなわち、回転子が90°回転するまでは回転方向とは逆向きの力が働き、ポテンシャルエネルギーは $\theta = 90^\circ$ では静止角 $\theta = 0^\circ$ に比較して $V_1(\pi/2) = T_0$ 高くなる。したがつてこれに抗して回転子を定方向へ回転させるには、ポテンシャルエネルギー $V_1(\pi/2) = T_0$

相当以上の運動エネルギーを与える必要がある。

運動エネルギーは回転子の慣性モーメントに比例し、角速度の二乗に比例するが、運動エネルギーを増大させるには慣性モーメントを大きくするのは起動特性が悪くなるため好ましくなく、角速度を増加させて必要エネルギーを得ている。しかるに、角速度の増加にともない平均角速度の二乗に比例する流体損失、回転角に比例する固体損失等も大きくなり、効率が悪化し、出力もあまり得られず低消費電力では動作が困難である。

第2図は本発明の一実施例で、第3図、第4図、第5図、第6図は動作説明図である。第2図の実施例に於て、201は回転子、202、203、204、205は固定子、206、207は駆動コイル、208、209、210、211は固定子内周の凸部で各々磁気抵抗極小点となりポテンシャルエネルギーも極小であるため静止安定点208、209、210、211と一致している。静止安定点を設定するには特に凸部である必要はなく凹部としてもよく、これらの組合せでも良い。

212、213、214、215は磁極であり、実施例では固定子に切溝を入れて磁極を構成しているが、固定子は切りはなしでも良い。

第7図は第2図のパルスモーターの駆動回路の具体的一実施例であり、701は発振回路、702は分周回路、703はパルス発生回路、704は駆動回路である。発振回路701の705は水晶振動子、706は帰還抵抗、707はインバーター、708、709は外付容量である。分周回路702の710はインバーター、711、712、713はフリップフロップ(以後FFと略記する)パルス発生回路703の714、715、716はFF、717、718はゲート回路である。駆動回路704の719、720、721、722はMOSTランジスタ、723は駆動コイルを示す。

パルス発生回路703のFF716の入力には分周回路702の最終FF713出力が印加され、リセット端子RにはFF712出力が印加されて、第9図のφの如き狭いパルス巾のパルス列が出力

として発生し、FF715の出力 F_2 を入力とするゲート回路717の他の入力及び、出力 $\overline{F_2}$ を入力とするゲート回路718の他の入力に印加され、各々出力は ϕ_1 、 ϕ_2 の如くになり ϕ_1 はMOSTランジスタ719、721の共通ゲート、 ϕ_2 はMOSTランジスタ720、722の共通ゲートに印加され、駆動コイル723にはVの如き駆動パルスが印加される。第2図の直列に接続された駆動コイル206、207に第9図の駆動パルスVが印加されると、まず ϕ_1 により固定子202はN極に、固定子204はS極に励磁され磁束は第3図の点線の如くになり、磁極212、214近傍では $X \rightarrow X'$ に平行、磁極213、215近傍では $Y \rightarrow Y'$ に平行となり、静止安定点208は磁極215より212に静止安定点210は磁極213より214に近く設定してあるため、回転子は磁極212、214の $X \rightarrow X'$ 方向の磁束により時計方向に回転力を受け、90°回転して次の安定点に到達し、回転子のN極、S極は各々静止安定点209、211に対向して静止する。さらに次の

ϕ_{12} により同様に固定子202はN極に固定子204はS極に励磁され、磁束は第4図の点線の如くになり、磁極212、214近傍では $X \rightarrow X'$ に平行、磁極213、215近傍では $Y \rightarrow Y'$ に平行となるが、静止安定点209は磁極212より213に静止安定点211は磁極214より215に近く設定してあるため回転子は磁極213、215の $Y \rightarrow Y'$ 方向の磁束により時計方向に回転力を受け、 90° 回転して次の安定点に達し、回転子N極S極は各々静止安定点210、208に対向する。

次に逆相パルス ϕ_{21} が印加されると固定子202はS極、固定子204はN極に励磁され、磁束は第5図の如くになり、磁極212、214近傍では $X \leftarrow X'$ に平行、磁極213、215近傍では $Y \leftarrow Y'$ に平行となるが、静止安定点208、210は前述した如く磁極212、214の近くにあるから回転子は磁極212、214の $X \leftarrow X'$ 方向の磁束により時計方向に回転力を受け、 90° 回転して次の安定点に達し、回転子N極S極は各

々静止安定点211、209に対向する。さらに ϕ_{22} により固定子202はS極、固定子204はN極に励磁され、磁束は第6図の如くになり、磁極212、214近傍では $X \leftarrow X'$ に平行、磁極213、215近傍では $Y \leftarrow Y'$ に平行となるが、静止安定点211、209は磁極215、213の近くにあるから、回転子は磁極215、213の $Y \leftarrow Y'$ 方向の磁束により回転力を受け 90° 回転し次の安定点に達し、回転子N極S極は各々静止安定点208、210に対向し ϕ_{11} 印加以前にもどり、以下この動作をくり返して回転を続ける。つまり1ステップで 90° 回転し、4ステップで1回転することになる。

次に本発明の他の一実施例を第12図に示す。第13図、第14図、第15図、第16図は動作説明図である。第12図に於て、301は回転子、302、303、304、305は固定子、306、307は駆動コイル、308、309、310、311は固定子内周の凸部で各々磁気抵抗極小点となりポテンシャルエネルギーも極小であるため

静止安定点308、309、310、311と一致している。

第17図は第3図のパルスモーターの駆動回路の具体的一実施例であり、前述の第7図の駆動回路とほぼ同じ構成であるので詳細な説明は省略するが、801は発振回路、802は分周回路、803はパルス発生回路、804は駆動回路であり、2つの駆動コイル830、831には第18図に示す如く V_1 、 V_2 なる駆動パルスが印加される。まず最初に第12図の駆動コイル306に正の307に負の駆動パルスが印加されると固定子302、305はN極に固定子303、304はS極に励磁され、磁束は第13図の点線の如くになり、磁極312、314近傍で $X \rightarrow X'$ に平行となる。これにより回転子は時計方向に回転力を受け、 90° 回転して次の安定点に到達し、回転子のN極S極は各々静止安定点309、311に対向して静止する。次に駆動コイル306に正、307に正の駆動パルスが印加されると固定子302、303はN極に固定子304、305は

S極に励磁され、磁束は第14図の点線の如くになり磁極313、315近傍で $Y \rightarrow Y'$ に平行となる。これにより回転子は時計方向に回転力を受け、 90° 回転して次の安定点310、308に達し静止する。次に駆動コイル306に負、307に負の駆動パルスが印加されると固定子304、305はN極に302、303はS極に励磁され、磁束は第15図の点線の如くになり磁極312、314近傍で $X \leftarrow X'$ に平行となる。これにより回転子はさらに 90° 回転して次の安定点311、309に達し静止する。さらに駆動コイル306に正、307に負の駆動パルスが印加されると固定子304、305はN極に302、303はS極に励磁され、磁束は第16図の点線の如くになり磁極313、315近傍で $Y \leftarrow Y'$ に平行となる。これにより回転子は 90° 回転して最初の安定点308、310に達する。以下この動作をくり返して回転を続ける。この場合も1つの駆動コイルには同相の駆動パルスが2回づつ印加されており、1ステップで 90° 回転し、1ステッ

で1回転することになる。2つの実施例ともに回転角は従来の半分の90°であるため、回転に要する運動エネルギーも半分で良くなる。この場合の回転子が固定子より受ける力 $T_2(\theta)$ (保持力)

$$T_2(\theta) = -T_0 \sin 4\theta \quad (3)$$

ポテンシャルエネルギー $V_2(\theta)$ は

$$V_2(\theta) = -\int_0^\theta T_2(\ell) d\ell = \frac{T_0}{4} (1 - \cos 4\theta) \quad (4)$$

で表わされ、第11図の如くなる。すなわち、回転子が45°回転するまでは回転方向とは逆向きの力が働き、ポテンシャルエネルギーは $\theta = 45^\circ$ では静止角 $\theta = 0^\circ$ に比較して $V_2(\pi/4) = T_0/2$ となる。したがって、これに抗して回転子を定方向へ回転させるには、ポテンシャルエネルギー $V_2(\pi/4) = T_0/2$ 相当すなわち従来のパルスモーターに比較して半分の運動エネルギーを与えればよい。したがって、慣性モーメントを同じとすると角速度は約0.7倍に下がり、平均角速度の2乗に比例する流体損失、回転角に比例する固体損失も約半分に低減できる。また駆動パルス巾も狭く

で良いため銅損も減少する。したがって効率が高く向上し、電圧1.5Vで消費電流0.2 μ A以下の動作も可能となつた。これにより従来より電流容量の小さい電池を使用すれば、時計の薄型化、小型化が容易に行えるようになり、1秒10ステップ運針としても消費電流2 μ A以下であるため連続運針時計も実現可能となつた。なお本実施例においては静止安定点を4ヶ所に設け1ステップ90°の回転について説明したが、これに限定されるものでなく、必要に応じ増減することは可能である。

また固定子内周形状もこれに限定されるものではなく凹部としてもよく凹凸の組合せでもよい。要は必要とする回転角に相当する角度の内周部の形状を磁気抵抗極小点となるように変形すればよい。また固定子磁極は完全に切離してスリット状としても良く、切離さずに切溝状としたものとの組合せでも良いことは勿論である。

4. 図面の簡単な説明

第1図はパルスモーターの従来例を示す説明図、

第2図は本発明の一実施例説明図、第3図乃至第6図は動作説明図、第7図は駆動回路図、第8図は従来の駆動パルス波形図、第9図は本発明の駆動回路の各部の波形図、第10図は従来例の回転子が受ける力の曲線及びポテンシャル曲線図、第11図は本発明の回転子が受ける力の曲線及びポテンシャル曲線図、第12図は本発明の他の一実施例説明図、第13図乃至第16図は動作説明図、第17図は駆動回路の他の例を示す回路図、第18図は各部の波形図である。

101、201、301…回転子

102、103、202、203、204、205、302、

303、304、305…固定子

104、206、207、306、307、723、830、

831…駆動コイル

701、801…発振回路

702、802…分周回路

703、803…パルス発生回路

704、804…駆動回路

705、805…水晶振動子

706、806…帰還抵抗

707、710、807、810…インバーター

708、709、808、809…外付容量

711、712、713、714、715、716、811、

812、813、814、815、816、817…フリップフロップ

717、718、818、819、820、821…ゲート回路

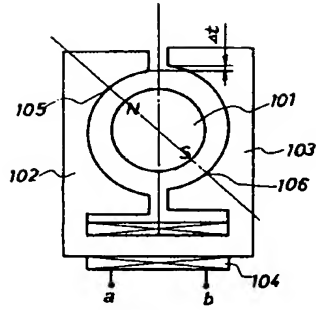
719、720、721、722、822、823、824、825、826、827、828、829…MOSトランジスタ

特許出願人 シチズン時計株式会社

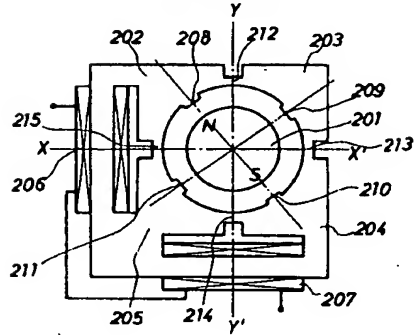
代理人 弁理士 川井 興二郎

同 弁理士 金山 敏彦

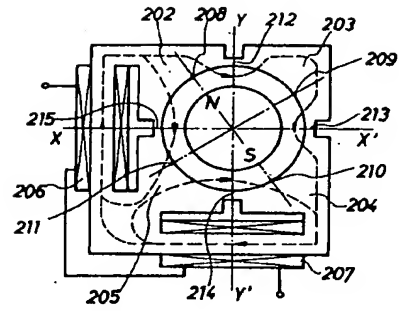
第 1 図



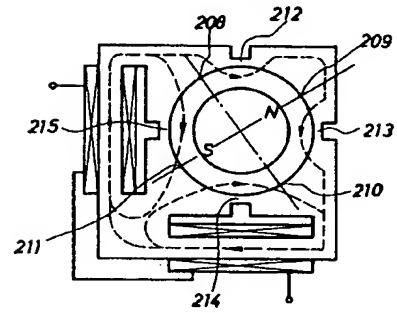
第 2 図



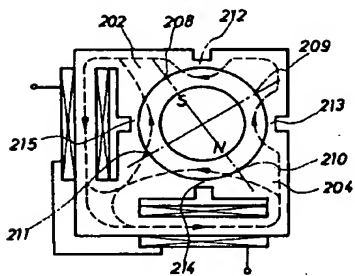
第 3 図



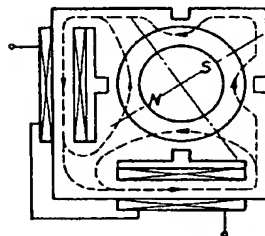
第 4 図



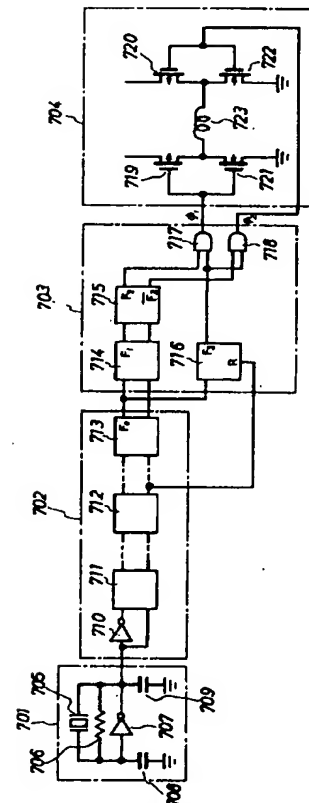
第 5 図



第 6 図



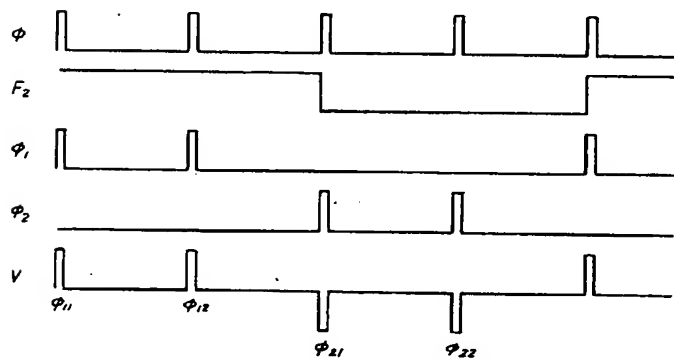
第 7 図



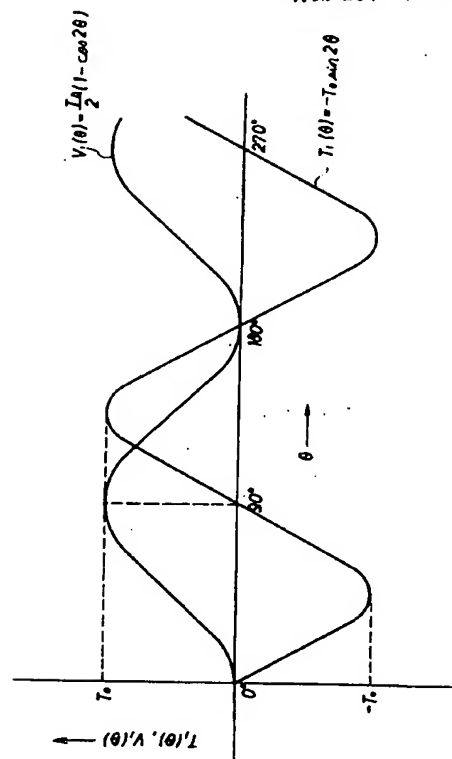
第8図



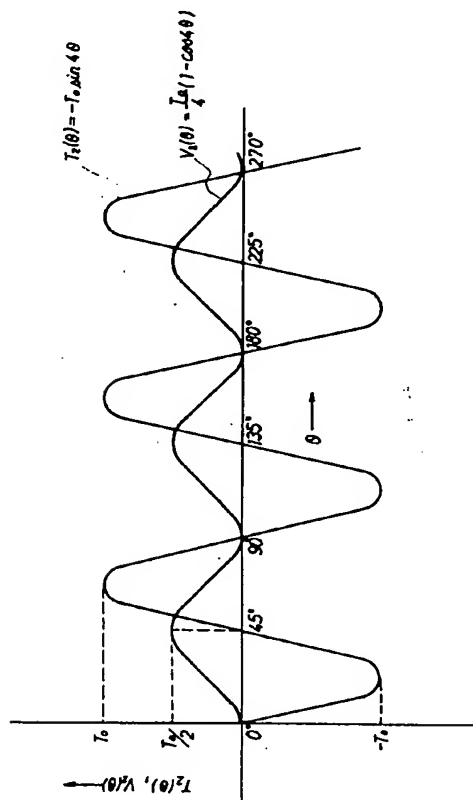
第9図



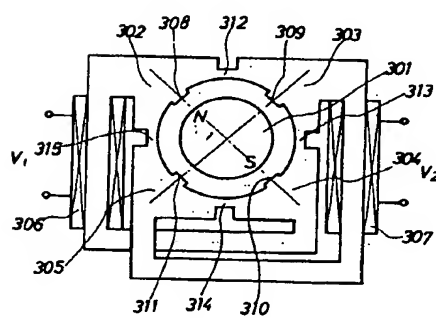
第10図



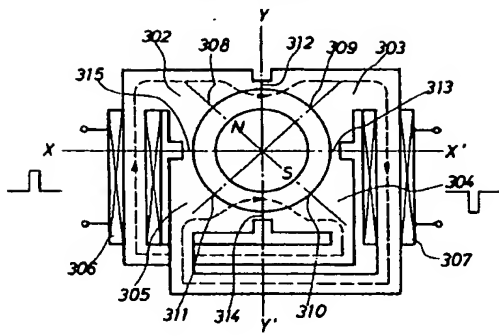
第11図



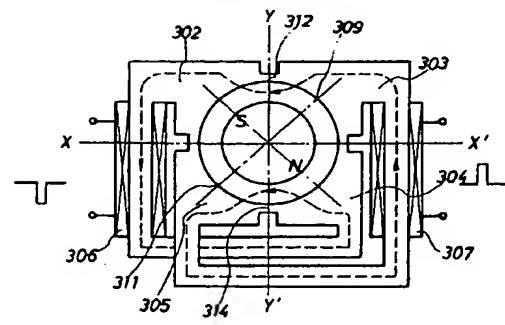
第12図



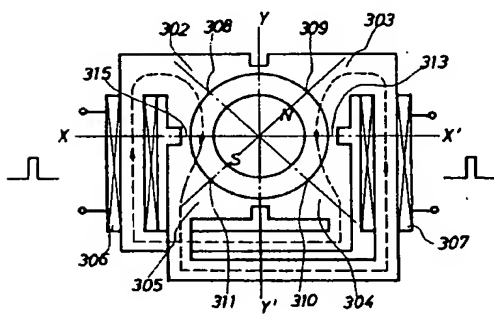
第13図



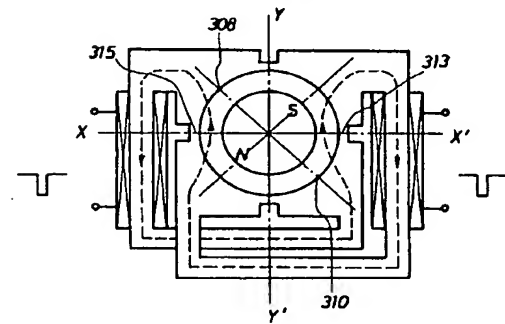
第15図



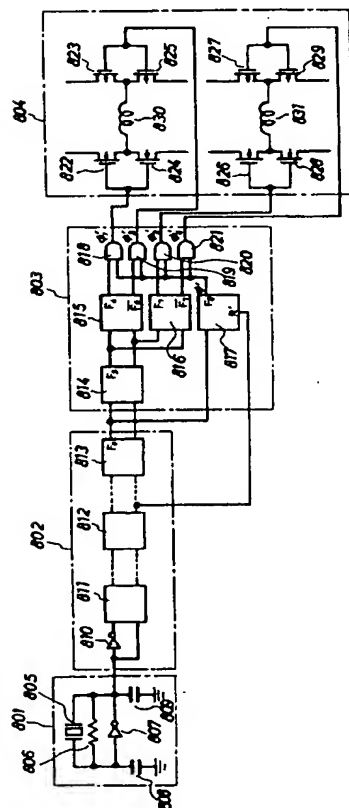
第14図



第16図



第17図



第18図

